

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-230858

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月27日

(51) Int. Cl.⁵

識別記号

F I

G 0 1 M 11/00

G 0 1 M 11/00

T

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-33144

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月16日

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 清水 研一

東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式会社リコー内

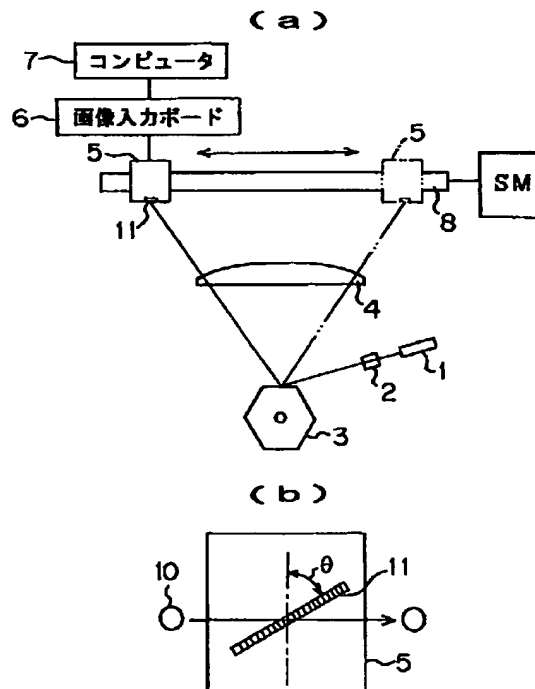
(74) 代理人 弁理士 樺山 亨 (外1名)

(54) 【発明の名称】 走査光学系の走査位置測定装置

(57) 【要約】

【課題】 走査位置を所望の高精度で測定できる、走査光学系の走査位置測定装置を実現する。

【解決手段】 レーザ光束を被走査面上に光スポットとして集光させ、被走査面を走査する走査光学系の、被走査面上の所望の主走査位置における副走査方向の走査位置を測定する装置であって、測定用のCCDセンサ11と、CCDセンサ11を、その受光面が被走査面に等価な測定面に沿って主走査方向へ変位するように変位させるセンサ変位手段8、SMと、CCDセンサ11の受光情報信号に基づき光スポットの副走査方向の中心位置を演算する制御演算手段6、7とを有し、CCDセンサ11がラインセンサであって、その受光エレメント配列方向を、測定面上における副走査方向に対して傾け、その傾き角の調整により所望の測定分解能を設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】レーザ光束を被走査面上に光スポットとして集光させ、上記被走査面を走査する走査光学系の、上記被走査面上の所望の主走査位置における副走査方向の走査位置を測定する装置であって、

測定用のCCDセンサと、

該CCDセンサを、その受光面が被走査面に等価な測定面に沿って主走査方向へ変位するように変位させるセンサ変位手段と、

上記CCDセンサの、上記光スポットの走査による受光情報信号に基づき、上記光スポットの副走査方向の中心位置を演算する制御演算手段とを有し、

上記CCDセンサがラインセンサであって、その受光エレメント配列方向を、測定面上における副走査方向に対して傾け、その傾き角の調整により所望の測定分解能を設定することを特徴とする、走査光学系の走査位置測定装置。

【請求項2】レーザ光束を被走査面上に光スポットとして集光させ、上記被走査面を走査する走査光学系の、上記被走査面上の所望の主走査位置における副走査方向の走査位置を測定する装置であって、

測定用のCCDセンサと、

該CCDセンサを、その受光面が被走査面に等価な測定面に沿って主走査方向へ変位するように変位させるセンサ変位手段と、

上記CCDセンサの、上記光スポットの走査による受光情報信号に基づき、上記光スポットの副走査方向の中心位置を演算する制御演算手段とを有し、

上記CCDセンサがエリアセンサであって、受光エレメントの2次元配列を、測定面上における副走査方向に対して45度傾け、上記2次元配列において副走査方向に千鳥状に並んだ2列の受光エレメント列を測定用受光エレメント列として使用することを特徴とする、走査光学系の走査位置測定装置。

【請求項3】レーザ光束を被走査面上に光スポットとして集光させ、上記被走査面を走査する走査光学系の、上記被走査面上の所望の主走査位置における副走査方向の走査位置を測定する装置であって、

測定用のCCDセンサと、

該CCDセンサを、その受光面が被走査面に等価な測定面に沿って主走査方向へ変位するように変位させるセンサ変位手段と、

該センサ変位手段の一部として上記CCDセンサを保持し、上記CCDセンサを副走査方向へ、測定用受光エレメントの配列ピッチよりも細かいステージピッチで変位させるステージと、

所望の主走査位置において、光スポットによるCCDセンサの走査を、上記ステージにより上記CCDセンサを副走査方向へ1ステージピッチ変位させるごとに繰返して受像情報信号を得、副走査方向の各変位位置における

受像情報信号に基づき、上記光スポットの副走査方向の中心位置を演算する制御演算手段とを有することを特徴とする、走査光学系の走査位置測定装置。

【請求項4】請求項3記載の走査光学系の走査位置測定装置において、

測定用のCCDセンサがラインセンサであり、受光エレメント配列方向を、測定面上における副走査方向に設定したことを特徴とする走査光学系の走査位置測定装置。

【請求項5】請求項1～4の任意の1に記載の走査光学系の走査位置測定装置において、

所定的位置関係を保って測定用のCCDセンサに一体化された、基準用CCDセンサと、

該基準用CCDセンサに所定方向から基準光を照射する基準光照射手段とを有し、

制御演算手段は、上記基準用CCDセンサの受光情報信号に基づき、測定用のCCDセンサによる測定値を補正する機能を有することを特徴とする、走査光学系の走査位置測定装置。

【請求項6】請求項5記載の走査光学系の走査位置測定装置において、

基準用CCDセンサは受光面が主走査方向に直交するように配備され、

基準光照射手段はHe-Neレーザ光源であり、基準光としてのレーザ光が主走査方向に平行な方向から照射されることを特徴とする、走査光学系の走査位置測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は走査光学系の走査位置測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】レーザ光束（通常は半導体レーザからのレーザ光束）を被走査面上に光スポットとして集光させ、被走査面を走査する走査光学系は、レーザプリンタやデジタル複写装置といった各種の画像形成装置に関連して広く知られている。近来、走査光学系による走査の「高密度化やマルチビーム化」が意図され、光スポットによる走査位置に「より高精度」が要求されるようになってきている。光スポットは被走査面上で移動して被走査面を走査するが、被走査面上における光スポットの理想的な移動方向を主走査方向とよび、被走査面上で主走査方向に直交する方向を副走査方向と呼ぶことは周知の通りである。ここに言う「被走査面」は仮想的な平面であり、実体的には光導電性の感光体の感光面である。光スポットの移動軌跡を「主走査ライン」と呼ぶ。主走査ラインは正確な直線であることが理想であるが、実際には種々の要因で厳密な直線にはならず、僅かな曲がりが生じる。また、レーザ光束の偏向を回転多面鏡により行う場合には、回転多面鏡の各偏向反射面ごとの偏向による主走査ラインが、「面倒れ」の影響で副走査方向に微

小距離変動することが考えられる。上記主走査ラインの「曲がり」や「副走査方向の微小変動」は、所定の許容幅内に納められる必要があるが、走査を高密度化する場合やマルチビームで走査を行う場合の許容範囲はかなり狭い。

【0003】走査光学系を実際に組み立てる際や組み立て後、上記主走査ラインの曲がりや副走査方向の変動を調整したり、これらが設計通りの許容幅内に納まっているかを検査したりするため、被走査面上の所望の主走査位置における副走査方向の走査位置を測定する必要がある。近來、実施が意図されている高密度記録やマルチビーム走査において要請される狭い許容範囲を実現するためには、走査位置の測定にも高い精度が要求される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、走査位置を所望の高精度で測定できる、走査光学系の走査位置測定装置の実現を課題とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】この発明の走査光学系の走査位置測定装置は「レーザ光束を被走査面上に光スポットとして集光させ、被走査面を走査する走査光学系の、被走査面上の所望の主走査位置における副走査方向の走査位置を測定する装置」である。即ち「走査光学系」は、光スポットによる走査で「情報の書込みや読み取り」を行うが、この発明の走査位置測定装置による走査位置測定の対象である。レーザ光束はレーザ光源から放射される光束で、光偏向器により偏向され、走査結像光学系により被走査面上に光スポットとして集光される。レーザ光束用の光源は各種レーザ光源であり得るが、「半導体レーザ」が一般的、且つ実用的である。

「所望の主走査位置」は、主走査ラインを理想的な直線と考えたとき、主走査ライン上の所望の位置（副走査方向の走査位置の測定を意図する位置）を言う。実際には、上記主走査ライン全域から複数の測定ポイントが適宜に選択され、これら測定ポイントを「所望の主走査位置」として測定が行われる。測定ポイントの数は適宜に設定でき、例えば、主走査ライン上の20点くらいが選択される。この発明の走査位置測定装置は、測定用のCCDセンサと、センサ変位手段と、制御演算手段とを有する。「測定用のCCDセンサ」は、走査光学系による光スポットを受像する。「センサ変位手段」は、測定用のCCDセンサを、その受光面が被走査面に等価な測定面に沿って主走査方向へ変位するように変位させる手段である。「測定面」は、測定装置による測定を行う「測定空間」に設定された仮想的な平面で、測定空間に設置された走査光学系による光スポットにより走査される面である。即ち、装置空間における測定面は、現実の画像形成装置に走査光学系を組み込んだときの被走査面と等価な面である。センサ変位手段によりCCDセンサが変位させられるとき、CCDセンサの受光面は、この仮想

的な測定面に合致して「測定面をなぞるように」変位する。測定面上における光スポットの理想的な移動方向を主走査方向、測定面上で主走査方向に直交する方向を副走査方向とする。「制御演算手段」は、光スポットの走査によるCCDセンサの受光情報信号に基づき、光スポットの副走査方向の中心位置を演算する機能を持つ。制御演算手段はまた、走査位置測定装置の各部を制御して測定プロセスを実行させる機能を有することができる。

【0006】請求項1記載の走査光学系の走査位置測定装置は、以下の点を特徴とする。即ち、CCDセンサが「ラインセンサ」であって、その受光エレメント配列方向は測定面上における副走査方向に対して傾けられ、その傾き角の調整により所望の測定分解能が設定される。

「測定分解能が設定される」とは、予め傾き角が調整されて所望の測定分解能が設定されている場合と、必要に応じてあるいは所望により、上記傾き角を調整することにより、上記測定分解能を変更できる場合とを含む。この場合の「測定分解能」は、ラインセンサによる副走査方向におけるサンプリングピッチである。請求項2記載の発明の走査位置測定装置は、以下の点を特徴とする。即ち、CCDセンサが「エリアセンサ」であって、受光エレメントの2次元配列が測定面上における副走査方向に対して45度傾けられ、受光エレメントの2次元配列において、「副走査方向に千鳥状に並んだ2列の受光エレメント列」を測定用受光エレメント列として使用する。請求項3記載の走査光学系の走査位置測定装置は、以下の点を特徴とする。即ち、即ち、センサ変位手段の一部としてCCDセンサを保持し、CCDセンサを副走査方向へ「測定受光エレメントのピッチよりも細かいステージピッチ」で変位させるステージを有する。そして制御演算手段は、所望の主走査測定位置において、光スポットによるCCDセンサの走査を「ステージによりCCDセンサを副走査方向へ1ステージピッチ変位させるごと」に繰返して受像情報信号を得、副走査方向の各変位位置における受光情報信号に基づき、光スポットの副走査方向の中心位置を演算する。この請求項3記載の発明におけるCCDセンサは「エリアセンサ」とすることも「ラインセンサ」とすることもでき、所望に応じ、これらCCDセンサを上述の如く傾けて配備することもできる。請求項3記載の走査光学系の走査位置測定装置において、CCDセンサをラインセンサとする場合には、その受光エレメント配列方向を、測定面上における副走査方向に設定してよい（請求項4）。

【0007】請求項5記載の走査光学系の走査位置測定装置は、上記請求項1～4の任意の1に記載の走査位置測定装置を前提として実現でき、以下の如き特徴を有する。即ち、所定の位置関係を保持して測定用のCCDセンサに一体化された「基準用CCDセンサ」と、該基準用CCDセンサに所定方向から基準光を照射する「基準光照射手段」とを有し、制御演算手段は「基準用CCDセ

ンサの受光情報信号に基づき、測定用のCCDセンサによる測定値を補正する機能」を有する。基準用CCDセンサの配備態位には種々の態位が可能であるが、特に「基準用CCDセンサの受光面を主走査方向に直交する」ように配備し、基準光照射手段をHe-Neレーザ光源として、基準光としてのレーザ光を主走査方向に平行な方向から照射することができる（請求項6）。基準用CCDセンサとしてはラインセンサもしくはエリアセンサを用いることができる。

【0008】

【発明の実施の形態】走査位置測定装置の実施の形態について説明するに先立ち、CCDセンサとしてラインセンサを用いる場合の走査位置測定を簡単に説明する。図5(a)は、受光面を測定面に合致させて配備されたラインセンサLSと、ラインセンサの走査直前・直後の光スポットSP1、SP2を示している。光スポットSP1は矢印方向（主走査方向）に移動してラインセンサLSを走査する。ラインセンサLSの受光エレメントELは「1列等間隔」に配列されており、図5(a)において、受光エレメントELの配列方向は走査面における副走査方向となっている。光スポットはレーザ光束を集光させたものであって、測定面上における光強度は、図5(b)に示すように「釣鐘形の分布」である。ここで、図5(a)における主走査方向（左右方向）を「X方向」、副走査方向を「Y方向」、上記釣鐘形の光強度分布を「F(X, Y)」とし、光スポットSP1がラインセンサLSを走査するとき、光スポットにより照射される受光エレメントのY座標を、受光エレメントの配列方向へY₁, Y₂, . . . Y_i, . . . とすると、座標：Y_iの位置にある受光エレメントに「光スポットの走査により蓄積される電荷：Q(Y_i)」は、Kを比例定数として、 $Q(Y_i) = K \cdot \int F(X, Y_i) dX$ で与えられる。横軸に座標：Yを取り、縦軸にQ(Y)を取って、i=1, 2, . . . i, . . . に就いてQ(Y_i)を示すと図5(c)に示すようになる。このとき、光スポットの走査位置即ち、ラインセンサLS（正確にはラインセンサの受光エレメント列）を配備された測定位置（所望の主走査位置）における光スポットの「走査位置（副走査方向の光スポット中心位置）」は、図5(c)における各「Q(Y_i)」をサンプリング値として、例えば最小2乗法等で推定される「 $Q(Y) = K \cdot \int F(X, Y) dX$ （1例を図5(c)に「破線」で示す）」の最大値として求めることができる。

【0009】上に説明したように、ラインセンサを用いて光スポットの走査位置を測定するプロセスには、各「Q(Y_i)」をサンプリング値として、Q(Y)を推定するプロセスが含まれるので、測定値としての「走査位置」も推定値である。走査位置測定の測定精度を向上させるには、Q(Y)の推定精度を高める必要があり、そのためには「サンプリング数を増大」させねばならない。

サンプリング数を増大させるには、ラインセンサLSとして「受光エレメントELの配列ピッチの小さいもの」を用いる必要がある。近來、高密度の走査では、光スポットの「副走査方向のスポット径」として50μmあるいはそれ以下が意図されている。一方、現在入手できる市販のラインセンサで、受光エレメントの配列ピッチが最小のものは「7μm（株式会社東芝製）」である。従って、例えば、上記50μmの光スポット径の光スポットについて走査位置を測定する場合、得られるサンプリング数は6〜7で「十分に高い測定精度を得る」のに必ずしも十分なサンプリング数ではない。

10

【0010】図1は、請求項1記載の走査結像系の走査位置測定装置の実施の形態を説明するための図である。光源部1は「半導体レーザと、該半導体レーザからのレーザ光束を以後の光学系にカップリングするカップリングレンズ」とにより構成される。カップリングレンズは、半導体レーザからの発散性のレーザ光束を「平行光束」とすることも「弱い発散性もしくは弱い集束性の光束」とすることもできる。ここでは説明の具体性のため、カップリングレンズからは平行光束化されたレーザ光束が射出するものとする。カップリングレンズから射出した平行なレーザ光束は、シリンドリカルレンズ2により副走査対応方向（光源から測定面に至る光路上で副走査方向に対応する方向；図1(a)で図面に直交する方向である）にのみ集束され、光偏向器である回転多面鏡3の偏向反射面近傍に、主走査対応方向（光源から測定面に至る光路上で主走査方向に対応する方向）に長い線像として結像し、偏向反射面により反射されたレーザ光束は、回転多面鏡3の回転により等角速度的に偏向されて「走査結像光学系」としてのfθレンズ4に入射し、同レンズ4の作用により測定面上に光スポットとして集光し、測定面を走査する。光源部1、シリンドリカルレンズ2、回転多面鏡3、fθレンズ4は「走査光学系」の要部を構成する。図示されない測定面は、走査光学系が実際に画像形成装置内で走査を行うときの被走査面と等価な位置に設定されており、図1(a)において、図面に直交する平面である。

20

30

40

【0011】図1(a)において、受光装置5は、ガイド8に沿って図の左右方向に変位可能に設けられている。ガイド8の長手方向は「主走査方向に平行」である。受光装置5はCCDセンサとしてラインセンサ11を有し、図1(a)に実線で示す位置（左端の位置）と、破線で示す位置（右端の位置）との間（「主走査領域」）で変位可能であり、且つ主走査領域の任意の位置に停止可能で、これによりラインセンサを「所望の主走査位置」に位置させることができる。受光装置5が、図1(a)における上記主走査領域を一端から他端に変位するとき、ラインセンサ11の受光面により掃引される平面が「測定面」である。

50

【0012】ガイド8は、この実施の形態において「螺

子棒」であって受光装置5と螺合されており、正逆回転可能なステッピングモータSMでガイド8を回転させることにより、受光装置5をガイド8の長手方向、即ち主走査方向に変位させることができるようになっている。即ち、この実施の形態において、螺子棒であるガイド8とステッピングモータSMとは「センサ変位手段」を構成している。センサ変位手段としては他に「受光装置5をガイド8に対して滑動するようにし、ワイヤとプーリで駆動部を形成し、この駆動部をステッピングモータで駆動させて受光装置5をガイド8に沿って変位させるようにしたもの」でも良いし、公知の適宜の変位手段を利用できる。また受光装置5の変位を「手動」により行うようにしてもよい。

【0013】光スポットによる走査でラインセンサ11の各受光エレメントに蓄積された電荷の情報は、画像入力ボード6により取り出されてコンピュータ7に「受光情報信号」として取り込まれるようになっている。コンピュータ7には、走査位置測定に必要な各種動作（受光装置5の変位等）や演算内容がプログラムされ、画像入力ボード6やステッピングモータ8の動作を制御するほか、測定に必要な他の制御を実行し、画像入力ボード6から入力される受光情報信号に基づき走査位置を決定するのに必要な演算を実行する。入力ボード6とコンピュータ7とは「制御演算装置」を構成する。図1(b)は、受光装置5におけるラインセンサ11の態位を示している。図に示すように、ラインセンサ11の受光エレメント配列方向は「副走査方向に対して傾き角： θ だけ傾け」られている。符号10は「光スポット」を示す。受光エレメントの配列ピッチを d とすると、傾き角： θ により、受光エレメントの「副走査方向の配列ピッチ」は、 $d \cdot \cos \theta$ となる。例えば、ラインセンサ11の受光エレメント配列ピッチ： d が前述の「 $7 \mu\text{m}$ 」であるとする、走査位置測定におけるCCDセンサ（ラインセンサ11）の測定分解能として、傾き角： θ が60度なら「 $7 \mu\text{m} \times \cos 60 = 3.5 \mu\text{m}$ 」を実現でき、傾き角： θ を70度に設定すれば「 $2.4 \mu\text{m}$ の測定分解能」を実現できる。受光装置5を所望の位置に設置してラインセンサ11を「所望の主走査位置」に位置させ、光スポットによる走査を行うと、光スポットによる走査でラインセンサ11の各受光エレメントに蓄積された電荷の情報は、画像入力ボード6により取り出されて「受光情報信号」としてコンピュータ7に取り込まれる。コンピュータ7は受光情報信号に基づき、前記「サンプリング値： $Q(Y_i)$ 」に基づき、 $Q(Y)$ を推定し、推定された $Q(Y)$ の最大値を与える Y 座標を走査位置として特定する演算を行う。コンピュータ7には、このような演算を行うプログラムが記憶させられている。この演算において、測定分解能としては、前記傾き角： θ と受光エレメント配列ピッチ： d とにより定まる「 $d \cdot \cos \theta$ 」がコンピュータ7に記憶され、この測定分解能

を用いて演算が行われる。

【0014】即ち、図1の走査位置測定装置は、レーザ光束を被走査面上に光スポットとして集光させ、被走査面を走査する走査光学系1～4の、被走査面上の所望の主走査位置における副走査方向の走査位置を測定する装置であって、測定用のCCDセンサ11と、CCDセンサ11を、その受光面が被走査面に等価な測定面に沿って主走査方向へ変位するように変位させるセンサ変位手段8、SMと、CCDセンサ11の、光スポット10の走査による受光情報信号に基づき、光スポット10の副走査方向の中心位置を演算する制御演算手段6、7とを有する。そして、CCDセンサ11がラインセンサであって、その受光エレメント配列方向は、測定面上における副走査方向に対して傾けられ、その傾き角： θ の調整により「所望の測定分解能」を設定されている（請求項1）。

【0015】コンピュータ7はまた、上記のようにして決定される「複数の主走査位置における走査位置」に基づき「主走査ラインの曲がり」や「主走査ラインのピッチむら（回転多面鏡の偏向反射面が切り替わることによる順次の主走査ラインの副走査方向のピッチのむら）」や「主走査ラインのピッチ偏差」等をも演算する演算プログラムを有することができる。

【0016】請求項2記載の実施の1形態を、図2を参照して説明する。この実施の形態の基本的な構成は図1(a)に示したものと同様であり、以下の点が異なる。即ち、請求項2記載の走査位置測定装置では、図1(a)においてガイド8に沿って主走査方向へ変位する受光装置はCCDセンサとして「エリアセンサ」を有するのである。エリアセンサは、その受光面が「測定面に合致する」ように配備され、受光装置が主走査方向に変位されるとき、測定面を「なぞる」ように変位する。図2において、符号12は「エリアセンサの受光面」を示している。図中に升目で示すのは「受光エレメントの2次元配列」である。受光エレメントの2次元配列は、図示のように「副走査方向に対して45度」傾けられている。そして、2次元配列において副走査方向に千鳥状に並んだ2列の受光エレメント列EL1、EL2を「測定用受光エレメント列」として使用する。現在入手できる市販の「CCDによるエリアセンサ」で、受光エレメントの2次元配列における縦横の配列ピッチで最小のものは「 $4.6 \mu\text{m}$ （シャープ社製、松下電子工業社製）」であるが、これを、図2に示すように副走査方向に45度傾け、受光エレメント列EL1、EL2を「測定用受光エレメント列」として使用すれば、受光エレメント列における「見掛けの測定分解能」は、図2に「ピッチ」として示されたように、本来の配列ピッチ： $4.6 \mu\text{m}$ に $\cos(\pi/4)$ （ $=0.707$ ）を掛けたもの、即ち「 $3.3 \mu\text{m}$ 」になるから、エリアセンサ本来の測定分解能をより高めて走査位置測定を行うことができる。即

ち、上に説明した請求項2記載の発明の実施の形態は、基本的な構成が図1(a)のものと同様なので、レーザ光束を被走査面上に光スポットとして集光させ、被走査面を走査する走査光学系1~4の、被走査面上の所望の主走査位置における副走査方向の走査位置を測定する装置であって、測定用のCCDセンサと、CCDセンサを、その受光面が被走査面に等価な測定面に沿って主走査方向へ変位させるセンサ変位手段8、SMと、CCDセンサの受光情報信号に基づき、光スポットの副走査方向の中心位置を演算する制御演算手段6、7とを有し、CCDセンサがエリアセンサ12であって、受光エレメントの2次元配列を、測定面上における副走査方向に対して45度傾け、2次元配列において副走査方向に千鳥状に並んだ2列の受光エレメント列EL1、EL2を測定用受光エレメント列として使用する。

【0017】図3は、請求項3記載の走査位置測定装置の特徴部分を示している。この場合も基本的な構成は基本的に図1(a)と同様である。図3において、ステージ本体13とこれを図の上下方向である副走査方向へ変位させるステッピングモータ14とは「ステージ」を構成し、このステージは移動手段におけるガイド8に装備されている。ステージ本体13は受光装置5を保持しており、ステージが移動することにより受光装置5を主走査方向へ変位させることができる。受光装置5にはCCDセンサとしてラインセンサ11'が保持されている。従って「ステージ」は、センサ変位手段の一部として「CCDセンサ」であるラインセンサ11'を保持している。この実施の形態でラインセンサ11'は、その受光エレメントの配列方向を副走査方向に設定されている。ラインセンサ11'における受光エレメントの配列ピッチを「D」とし、ステージにおけるステージピッチ(ステッピングモータ14によるステージ本体13の副走査方向の1ピッチ分の変位)を「Δ」とすると、 $D > \Delta$ である。走査位置測定は以下のように行われる。ラインセンサ11'を所望の主走査位置(測定位置)に配備し、走査光学系の光スポットによる走査を行う。そして光スポットの走査1回ごとに、ステージによりラインセンサを1ステージピッチだけ副走査方向へずらす。ずらす方向は上下いずれの方向でもよいが、ここでは説明の具体性のため、下方へずらすものとし、このときのずれの方向が前述のY方向の+側に合致しているものとする。最初の1回の走査により光スポットで走査される受光エレメントのY座標位置を、 $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_i, \dots$ とすると、これらの座標は間隔:Dで等間隔にならぶ。このとき、サンプリングされる受光情報信号による受光情報を、前述したところにならって、 $Q(Y_1), Q(Y_2), Q(Y_3), \dots, Q(Y_i), \dots$ とする。続いて、最初の1ステージピッチの変位後の走査で得られる受光情報は、1ステージピッチがdであるから、 $Q(Y_1+d), Q(Y_2+d), Q(Y_3+d), \dots, Q(Y_i+d), \dots$

と書くことができる。この走査後にステージによりラインセンサ11'をさらに1ステージピッチだけ変位させ、その後に走査を行うと得られる受光情報は、 $Q(Y_1+2d), Q(Y_2+2d), Q(Y_3+2d), \dots, Q(Y_i+2d), \dots$ と書くことができる。上記のプロセスを繰り返すと、結局、 $i=1, 2, 3, \dots, n=1, 2, 3, \dots$ として、一般に、 $Q_i(Y_i+nd)$ として表される受光情報が、ピッチ:dで得られるので、これらの受光情報に基づき、光スポットの副走査方向の中心位置を演算する。このようにすると、ラインセンサ11'の受光エレメントの配列ピッチ:D(分解能)は大きくても、実際には測定分解能:d($< D$)で測定を行うことができる。現在入手できるステージにおいて、最小の1ステージピッチは「0.18 μ m(駿河精機社製)」であるので、上記の測定により極めて高い測定分解能で測定を行うことができる。説明の簡単のために、 $D=10\mu$ m、 $d=0.2\mu$ mとすれば、上記のステージによる変位と走査とを49回繰り返せば「座標: Y_1 と Y_2 のように互に隣接する受光エレメント間」を0.2 μ mピッチで走査できることになる。

【0018】この場合、上記のように、一般に、 $Q_i(Y_i+nd)$ として表される受光情報を全部用いて $Q(Y)$ を推定し、それからその最大値位置として走査位置を推定するようにしてもよいが、別のやり方で、走査位置を算出することもできる。

【0019】即ち、最初の走査で得られる受光情報: $Q(Y_1), Q(Y_2), \dots, Q(Y_i), \dots$ を用いて、 $Q(Y)$ を推定し、その最大値位置として走査位置: T_1 を求める。次に、ステージによる最初の移動後の走査により得られる受光情報、 $Q(Y_1+d), Q(Y_2+d), \dots, Q(Y_i+d), \dots$ を用いて、走査位置: t_2 を求める。このときラインセンサ11'は副走査方向に「d」だけ変位しているため、測定面に固定した座標に対する走査位置: T_2 を「 $T_2=t_2-d$ 」を演算して求める。このプロセスを繰り返すことにより、一連の走査位置: $T_1, T_2, T_3, \dots, T_j (=t_j - \{j-1\}d), \dots$ を求める。最後にこれらの平均値: $\Sigma T_j/n$ (和はjについてとり、nはステージによるラインセンサの変位の総回数)をもとめ、これをもって走査位置の測定値とすればよい。なお、請求項3記載の発明の場合、回転多面鏡における面倒れの影響が完全に補正されていないと、順次の偏向反射面で走査が繰り返されるごとに走査位置が変動するので、そのような場合には、ステージによるラインセンサの変位が行われる度に、同じ偏向反射面で走査が行われるようにする。

【0020】直上に説明した実施の形態は従って、レーザ光束を被走査面上に光スポットとして集光させ、被走査面を走査する走査光学系1~4の、被走査面上の所望の主走査位置における副走査方向の走査位置を測定する装置であって、測定用のCCDセンサ11'と、CCD

センサ11'を、その受光面が被走査面に等価な測定面に沿って主走査方向へ変位させるセンサ変位手段8、S Mと、該センサ変位手段の一部として上記CCDセンサ11'を保持し、CCDセンサを副走査方向へ、測定用受光エレメントの配列ピッチよりも細かいステージピッチで変位させるステージ13、14と、任意の主走査位置において、CCDセンサによる走査光の受光を、ステージによりCCDセンサ11'を副走査方向へ1ステージピッチ変位させるごとに繰返して受像情報信号を得、各変位位置における受像情報信号に基づき、光スポットの副走査方向の中心位置を演算する制御演算手段6、7とを有する(請求項3)。そして、測定用のCCDセンサ11'はラインセンサであり、受光エレメント配列方向を、測定面上における副走査方向に設定されている(請求項4)。

【0021】上に説明した走査位置測定では、CCDセンサ変位手段によるCCDセンサの変位が、高い精度で直線的に主走査方向へ行われなければならない。図1(a)に示す実施の形態であれば、「ガイド8が高度に直線性を保持」している必要があり、ガイド8に僅かな「捻みや波打ち」がある場合には、このような捻みや波打ちが走査位置の測定結果に加算的に影響してしまう。例えば、主走査方向における所望の測定位置の座標をXとすると、この測定位置において、「捻み： $\Delta(X)$ 」がガイド8に存在するとすれば、走査位置：Yの正しい値は、測定値： Y_s に対し、 $Y_s + \Delta(X)$ ($\Delta(X)$ がY座標の正の方向に生じている場合)、あるいは $Y_s - \Delta(X)$ ($\Delta(X)$ がY座標の負の方向に生じている場合)である。従って、正確な測定のためには、 $\Delta(X)$ を知る手段を有することが好ましい。

【0022】請求項5記載の走査位置測定装置は、この点を考慮したものである。図4を参照してこの発明の実施の1形態を説明する。全体の基本的な構成は、図1(a)に示したものと同様である。ガイド8にはステージ13Aが装備され、ステージ13Aには受光装置5'が装備されている。即ち、この実施の形態では、請求項3、4記載の走査位置測定装置を前提としている。受光装置5'にはラインセンサ11'と、ラインセンサ17とが装備されている。ラインセンサ17と測定用のラインセンサ11'とは、互いに所定の位置関係を保って受光装置5'により一体化されている。ラインセンサ17は「基準用CCDセンサ」である。一方、ガイド8の左側の定位置には、測定空間に固定的に支持手段20が設けられ、He-Neレーザ光源15を支持している。He-Neレーザ光源15は「基準光照射手段」で「基準光」としてレーザビーム16を主走査方向に射出させる。「基準用CCDセンサ」としてのラインセンサ17は、受光面を主走査方向に直交させ、受光エレメントの配列方向を副走査方向に平行にして配備され、レーザビーム16を受光する。ラインセンサ17の受光情報信号

は、図1に示す画像入力ボード6を介してコンピュータ7に取り込まれ、モニタされる。ガイド8の捻み等によりラインセンサ11'の位置が副走査方向に変位すると、その変位量： $\Delta(X)$ は、ラインセンサ11'と一体のラインセンサ17の受光情報によりコンピュータ7によりモニタされて特定される。走査位置測定は、上に請求項3、4記載の発明に即して説明した手順で行われる。測定位置(所望の主走査位置)：Xにおける走査位置：Y(X)が演算で算出されると、コンピュータ7は上記 $\Delta(X)$ により算出値：Y(X)を補正して、正しい測定位置を算出する。即ち、直上に説明した実施の形態は、請求項3、4に記載の走査光学系の走査位置結像装置において、所定の位置関係を保って測定用のCCDセンサ11'に一体化された基準用CCDセンサ17と、基準用CCDセンサ17に所定方向から基準光16を照射する基準光照射手段15とを有し、制御演算手段6、7は基準用CCDセンサ17の受光情報信号に基づき、測定用のCCDセンサ11'による測定値を補正する(請求項5)。また、基準用CCDセンサ17は受光面が主走査方向に直交するように配備され、基準光照射手段15はHe-Neレーザ光源であり、基準光としてのレーザ光16が「主走査方向に平行な方向」から照射される(請求項6)。請求項5、6記載の走査位置測定装置のように、基準光によりCCDセンサの副走査方向の位置変動をモニタするようにすると、CCD変位手段におけるCCDセンサの副走査方向の位置変動を検出して測定値を補正できるのみならず、測定値に異常が生じた場合、その原因がCCDセンサの位置変動によるものか別の要因によるものかを判断することができる。

30 【0023】

【発明の効果】以上に説明したように、この発明によれば走査光学系の新規な走査位置測定装置を実現できる。請求項1記載の発明では、ラインセンサ本来の分解能を超えて所望の測定分解能を設定でき、走査位置の測定を精度良く行うことができる。請求項2記載の発明では、エリアセンサ本来の分解能を超えて、見掛けの測定分解能を設定でき、走査位置の測定を精度良く行うことができる。

【0024】請求項3、4記載の発明では、本来の分解能の低いCCDセンサを用いても、ステージピッチを細かくすることにより、極めて高い測定分解能を実現でき、走査位置の測定精度を高めることができる。請求項5、6記載の発明では、測定用のCCDセンサの副走査方向における位置誤差の影響を有効に除去して測定精度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の走査光学系の走査位置測定の実施の形態の基本的な構成と、請求項1記載の発明の特徴部分とを示す図である。

【図2】請求項2記載の発明の実施の形態の特徴部分を

説明するための図である。

【図3】請求項3、4記載の発明の実施の形態の特徴部分を示す図である。

【図4】請求項5、6記載の発明の実施の形態の特徴部分を示す図である。

【図5】ラインセンサを用いる走査位置測定を説明するための図である。

【符号の説明】

1 光源部（半導体レーザとカップリングを有す

る）

2 シリンドリカルレンズ

3 回転多面鏡

4 走査結像光学系である $f\theta$ レンズ

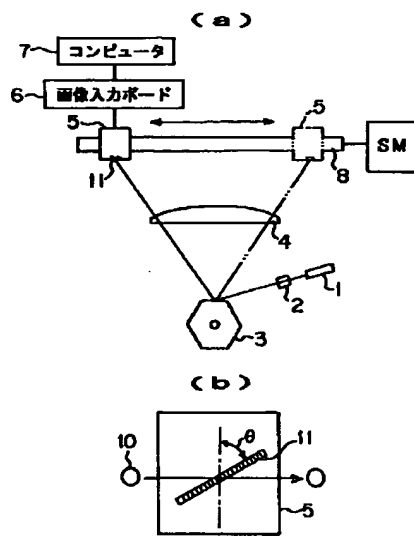
5 受光装置

8 ガイド

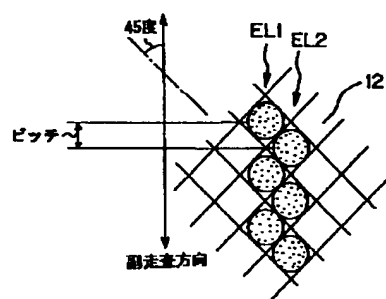
SM ステッピングモータ

11 ラインセンサ

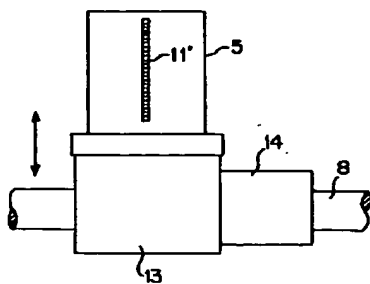
【図1】



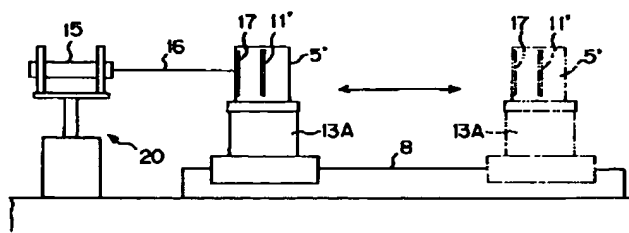
【図2】



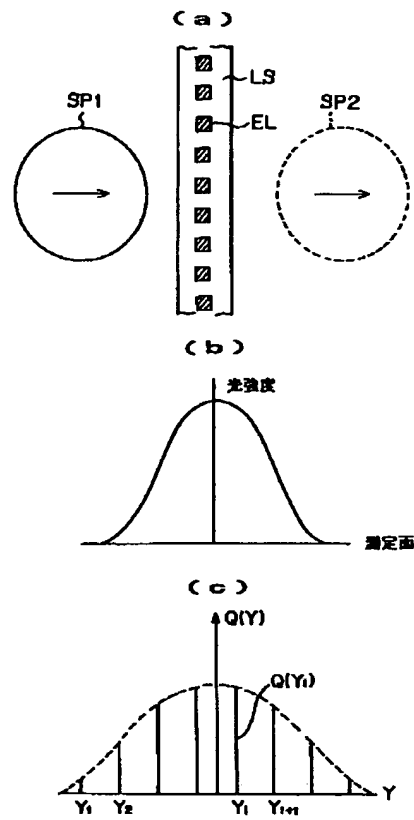
【図3】



【図4】



【図5】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-230858

(43)Date of publication of application : 27.08.1999

(51)Int.Cl.

G01M 11/00

(21)Application number : 10-033144

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 16.02.1998

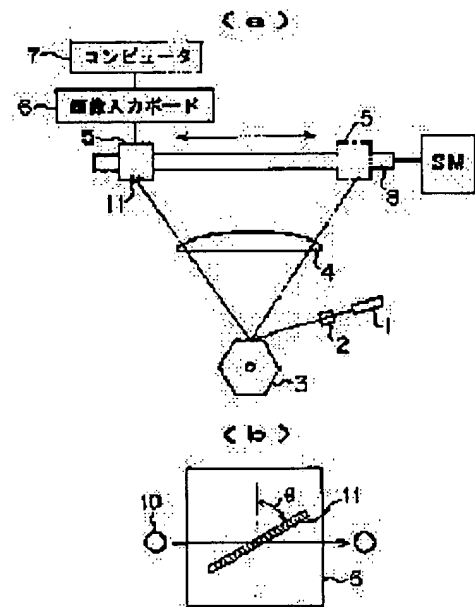
(72)Inventor : SHIMIZU KENICHI

(54) SCANNING LOCATION MEASURING DEVICE OF SCANNING OPTICAL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To implement a scanning location measuring device of a scanning optical device capable of measuring scanning locations with desired high accuracy.

SOLUTION: A scanning optical system scans a surface to be scanned by converging a beam of laser light as a light spot on a surface to be scanned. A device measures the location of scanning in the direction of sub-scanning in any location of the main scanning of the scanning optical system on a surface to be scanned and comprises a CCD sensor 11 for measurement, a sensor displacing means 8 and an SM to displace the CCD sensor 11 so that its light receiving plane may be displaced along a measuring plane equivalent to the surface to be scanned in the direction of main scanning, and control computing means 6 and 7 to compute the center location of the light spot in the direction of sub-scanning on the basis of the light reception information signal of the CCD sensor 11. The CCD sensor 11 is a line sensor, its orientation of an array of light receiving elements is inclined with respect to the direction of sub-scanning on the measuring plane, and desired measurement resolution is set by regulating its angle of inclination.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.07.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the scan location measuring device of scan optical system.

[0002]

[Description of the Prior Art] A laser beam bundle (usually laser beam bundle from semiconductor laser) is made to condense as an optical spot on a scan layer-ed, and the scan optical system which scans a scan layer-ed is widely known in relation to various kinds of image formation equipments, such as a laser beam printer and a digital reproducing unit. These days, "the densification and formation of a multi-beam" of the scan by scan optical system are meant, and the scan location by the optical spot is increasingly required "to be high degree of accuracy more." Although an optical spot moves on a scan layer-ed and a scan layer-ed is scanned, it is well known to call the direction which calls the ideal migration direction of the optical spot on a scan layer-ed a main scanning direction, and intersects perpendicularly with a main scanning direction on a scan layer-ed the direction of vertical scanning. "The scan layer-ed" said here is an imagination flat surface, and is a sensitization side of the photo conductor of a photoconductivity optically. The migration locus of an optical spot is called "horizontal-scanning Rhine." Although it is an ideal that horizontal-scanning Rhine is an exact straight line, it does not become a strict straight line by various factors in fact, but slight deflection arises. Moreover, when deflecting a laser beam bundle by the rotating polygon, it is possible that horizontal-scanning Rhine by the deviation for every deviation reflector of a rotating polygon carries out minute distance fluctuation in the direction of vertical scanning under the effect of "the failure by the field." Although "deflection" of above-mentioned horizontal-scanning Rhine and "minute fluctuation of the direction of vertical scanning" need to be dedicated in predetermined permission width of face, its tolerance in the case of scanning with the case where densification of the scan is carried out, or a multi-beam is quite narrow. [0003] The time of actually assembling scan optical system, and after an assembly, in order to adjust the deflection of above-mentioned horizontal-scanning Rhine, and fluctuation of the direction of vertical scanning or to inspect whether these are settled in the permission width of face as a design, it will be necessary to measure the scan location of the direction of vertical scanning in the horizontal-scanning location of the request on a scan layer-ed. These days, a precision high also to measurement of a scan location is required of ** which realizes narrow tolerance demanded in the high density record and the multi-beam scan by which it has the intention of operation.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention makes a technical problem implementation of the scan location measuring device of the scan optical system which can measure a scan location with desired high degree of accuracy.

[0005]

[Means for Solving the Problem] The scan location measuring device of the scan optical system of this invention is "equipment which measures the scan location of the direction of vertical scanning in the

horizontal-scanning location of the request on a scan layer-ed of the scan optical system which is made to condense a laser beam bundle as an optical spot on a scan layer-ed, and scans a scan layer-ed." That is, although "scan optical system" performs "writing and reading" of information by the scan by the optical spot, it is the object of the scan location measurement by the scan location measuring device of this invention. A laser beam bundle is the flux of light emitted from a laser light source, is deflected by the optical deflector and condensed by scan image formation optical system as an optical spot on a scan layer-ed. Although the light sources for laser beam bundles may be various laser light sources, "semiconductor laser" is general and practical. "A desired horizontal-scanning location" says the location (location which means measurement of the scan location of the direction of vertical scanning) of the request on horizontal-scanning Rhine, when horizontal-scanning Rhine is considered to be an ideal straight line. In fact, two or more measure points are suitably chosen from the above-mentioned horizontal-scanning Rhine whole region, and measurement is performed considering these measure points as "a desired horizontal-scanning location." The number of measure points can be set up suitably, for example, about 20 on horizontal-scanning Rhine are chosen. the scan location measuring device of this invention -- the CCD sensor for measurement, and a sensor -- a variation rate -- it has a means and a control operation means. "The CCD sensor for measurement" televises the optical spot by scan optical system. A "sensor displacement means" is a means which carries out a variation rate so that the CCD sensor for measurement may be displaced to a main scanning direction along with a measuring plane with the light-receiving side equivalent to a scan layer-ed. A "measuring plane" is an imagination flat surface set as the "measurement space" which performs measurement by the measuring device, and is a field scanned by the optical spot by the scan optical system installed in measurement space. That is, the measuring plane in a device space is a field equivalent to the scan layer-ed when including scan optical system in actual image formation equipment. a sensor -- a variation rate -- when a CCD sensor is made to carry out a variation rate with a means, the light-receiving side of a CCD sensor agrees in this imagination measuring plane, and traces "measuring plane -- as -- " -- it displaces. The direction which intersects perpendicularly the ideal migration direction of the optical spot on a measuring plane with a main scanning direction on a main scanning direction and a measuring plane is made into the direction of vertical scanning. A "control operation means" has the function to calculate the center position of the direction of vertical scanning of an optical spot, based on the light-receiving information signal of the CCD sensor by the scan of an optical spot. A control operation means can have the function to control each part of a scan location measuring device, and to perform a measurements process again.

[0006] The scan location measuring device of scan optical system according to claim 1 is characterized by the following points. That is, a CCD sensor is a "line sensor", the light-receiving element array direction is leaned to the direction of vertical scanning on a measuring plane, and desired measuring power is set up by adjustment of the angle of inclination. The case where the above-mentioned measuring power can be changed by adjusting the above-mentioned angle of inclination by request is included the case where an angle of inclination is adjusted ["measuring power is set up" and] beforehand, and desired measuring power is set up, and if needed. The "measuring power" in this case is a sampling pitch in the direction of vertical scanning by the line sensor. The scan location measuring device of invention according to claim 2 is characterized by the following points. That is, a CCD sensor is a "area sensor", and the two-dimensional array of a light-receiving element is leaned 45 degrees to the direction of vertical scanning on a measuring plane, and uses "the light-receiving element train of two trains alternately located in a line in the direction of vertical scanning" as a light-receiving element train for measurement in the two-dimensional array of a light-receiving element. The scan location measuring device of scan optical system according to claim 3 is characterized by the following points. namely, -- namely, a sensor -- a variation rate -- a CCD sensor is held as a part of means, and it has the stage which carries out the variation rate of the CCD sensor in "a stage pitch finer than the pitch of a measurement light-receiving element" in the direction of vertical scanning. And in a desired horizontal-scanning measuring point, a control operation means repeats the scan of the CCD sensor by the optical spot to "whenever it carries out 1 stage pitch variation rate of the CCD sensor in the direction of vertical scanning by the stage", acquires a television information signal, and calculates the center position of the

direction of vertical scanning of an optical spot based on the light-receiving information signal in each displacement location of the direction of vertical scanning. The CCD sensor in this invention according to claim 3 can also use to consider as a "area sensor" as a "line sensor", and can also lean and arrange these CCD sensor like **** according to a request. In the scan location measuring device of scan optical system according to claim 3, when using a CCD sensor as a line sensor, the light-receiving element array direction may be set up in the direction of vertical scanning on a measuring plane (claim 4).

[0007] The scan location measuring device of scan optical system according to claim 5 can realize the scan location measuring device of a publication as a premise to 1 of the arbitration of above-mentioned claims 1-4, and has the description like a less or equal. That is, it has the "criteria Mitsuteru gunner stage" which irradiates criteria light from predetermined in "the CCD sensor for criteria" which maintained position relation and was united with the CCD sensor for measurement, and this CCD sensor for criteria, and a control operation means has "the function which amends the measured value by the CCD sensor for measurement based on the light-receiving information signal of the CCD sensor for criteria." "the light-receiving side of the CCD sensor for criteria being intersected perpendicularly with a main scanning direction" especially, although various positions are possible to the disposition position of the CCD sensor for criteria -- it can arrange like and the laser beam as a criteria light can be irradiated from a direction parallel to a main scanning direction by making a criteria Mitsuteru gunner stage into a helium-Ne laser light source (claim 6). A line sensor or an area sensor can be used as a CCD sensor for criteria.

[0008]

[Embodiment of the Invention] It precedes explaining the gestalt of operation of a scan location measuring device, and the scan location measurement in the case of using a line sensor as a CCD sensor is explained briefly. Drawing 5 (a) shows the optical spots SP1 and SP2 of just before a scan, and [of the line sensor LS and line sensor which the light-receiving side was made to agree in a measuring plane and were arranged] an immediately after. The optical spot SP 1 moves in the direction of an arrow head (main scanning direction), and scans a line sensor LS. The light-receiving element EL of a line sensor LS is arranged by "1 Train regular intervals", and the array direction of the light-receiving element EL is the direction of vertical scanning in a scan layer in drawing 5 (a). An optical spot makes a laser beam bundle condense, and the optical reinforcement on a measuring plane is "distribution of a hanging bell form", as shown in drawing 5 (b). When the main scanning direction (longitudinal direction) in drawing 5 (a) is set into "the direction of X", the optical intensity distribution of "the direction of Y" and the above-mentioned hanging bell form are set to "F (X, Y)" for the direction of vertical scanning and the optical spot SP 1 scans a line sensor LS here, If the Y coordinate of the light-receiving element irradiated by the optical spot is made into Y1, Y2, .Yi, and .. in the array direction of a light-receiving element Coordinate: "Charge:Q (Yi) accumulated by the scan of an optical spot" is given to the light-receiving element in the location of Yi by $Q(Yi) = K \cdot \int F(X, Yi) dX$ by making K into a proportionality constant. an axis of abscissa -- coordinate: -- Y -- taking -- an axis of ordinate -- Q (Y) -- taking -- i= -- 1, 2, and .. when Q (Yi) is shown about i and .., it comes to be shown in drawing 5 (c). At this time, the scan location (optical spot center position of the direction of vertical scanning) of an optical spot, i.e., the "scan location" of the optical spot in the measuring point (desired horizontal-scanning location) which had the line sensor LS (correctly light-receiving element train of a line sensor) arranged It can ask as maximum of " $Q(Y) = K \cdot \int F(X, Y) dX$ (a "broken line" shows one example to drawing 5 (c))" presumed with the least square method etc. by making ** "Q (Yi)" in drawing 5 (c) into a sampling value.

[0009] the process which measures the scan location of an optical spot using a line sensor as explained above -- ** "Q (Yi)" -- a sampling value -- carrying out -- Q (Y) Since the process to presume is included, the "scan location" as measured value is estimate. In order to raise the accuracy of measurement of scan location measurement, it is necessary to raise the presumed precision of Q (Y), and, for that purpose, carries out "increasing the number of samplings", and if it is ****, there is nothing. In order to increase the number of samplings, it is necessary to use "the small thing of the array pitch of the light-receiving element EL" as a line sensor LS. These days, in the scan of high density, it

has the intention of less than [50 micrometers or it] as "a diameter of a spot of the direction of vertical scanning" of an optical spot. On the other hand, the thing of min [array pitch / of a light-receiving element] is "7 micrometers (Toshiba Make)" in the line sensor of marketing which can carry out current acquisition. When following, for example, measuring a scan location about the optical spot of the 50 above-mentioned micrometers diameter of an optical spot, the number of samplings obtained is not the number of samplings not necessarily sufficient by 6-7 for that of "obtaining the accuracy of measurement high enough."

[0010] Drawing 1 is drawing for explaining the gestalt of operation of the scan location measuring device of a scan image formation system according to claim 1. The light source section 1 is constituted by "the coupling lens which carries out coupling of the laser beam bundle from semiconductor laser and this semiconductor laser to future optical system." A coupling lens can also make it "the flux of light of weak divergence or weak focusing nature" to make the divergence laser beam bundle of semiconductor laser into the "parallel flux of light." Here, from a coupling lens, the laser beam bundle formed into the parallel flux of light shall inject for the concreteness of explanation. The parallel laser beam bundle injected from the coupling lens It converges only in the direction (the direction corresponding to the direction of vertical scanning in the optical-path top from the light source to a measuring plane; it is the direction which intersects perpendicularly with a drawing by drawing 1 (a)) corresponding to vertical scanning by the cylindrical lens 2. Near the deviation reflector of the rotating polygon 3 which is an optical deflector, image formation is carried out in the direction (direction corresponding to a main scanning direction in the optical-path top from the light source to a measuring plane) corresponding to horizontal scanning as a long line image. The laser beam bundle reflected by the deviation reflector is deflected by rotation of a rotating polygon 3 in constant angular velocity, carries out incidence to the ftheta lens 4 as "scan image formation optical system", condenses as an optical spot on a measuring plane according to an operation of this lens 4, and scans a measuring plane. The light source section 1, a cylindrical lens 2, a rotating polygon 3, and the ftheta lens 4 constitute the important section of "scan optical system." The measuring plane which is not illustrated is set as the location equivalent to a scan layer-ed in case scan optical system actually scans within image formation equipment, and is a flat surface which intersects perpendicularly with a drawing in drawing 1 (a).

[0011] In drawing 1 (a), light-receiving equipment 5 is formed in the longitudinal direction of drawing possible [displacement] along with the guide 8. The longitudinal direction of a guide 8 is "in parallel with a main scanning direction." Light-receiving equipment 5 has a line sensor 11 as a CCD sensor, and can displace it between the location (left end location) shown in drawing 1 (a) as a continuous line, and the location (right end location) shown with a broken line "horizontal-scanning field", and it can be stopped in the location of the arbitration of a horizontal-scanning field, and, thereby, it can locate a line sensor in "a desired horizontal-scanning location." When light-receiving equipment 5 displaces the above-mentioned horizontal-scanning field in drawing 1 (a) from an end to the other end, the flat surface by which a sweep is carried out in the light-receiving side of a line sensor 11 is a "measuring plane."

[0012] A guide 8 is a "screw bar" in the gestalt of this operation, is screwed with light-receiving equipment 5, and can make now the longitudinal direction of a guide 8, i.e., a main scanning direction, carry out the variation rate of the light-receiving equipment 5 by rotating a guide 8 with the stepping motor SM in which forward inverse rotation is possible. That is, in the gestalt of this operation, the guide 8 and stepping motor SM which are a screw bar constitute the "sensor displacement means." Otherwise as a sensor displacement means, "that to which slide on light-receiving equipment 5 to a guide 8, form a mechanical component with a wire and a pulley, this mechanical component is made to drive with a stepping motor, and it was made to carry out the variation rate of the light-receiving equipment 5 along with the guide 8" may be used, and a well-known proper displacement means can be used. Moreover, "hand control" may be made to perform the variation rate of light-receiving equipment 5.

[0013] The information on the charge accumulated in each light-receiving element of a line sensor 11 by the scan by the optical spot is taken out on the image input board 6, and is incorporated by the computer 7 as a "light-receiving information signal." Various actuation (variation rate of light-receiving

equipment 5 etc.) required for scan location measurement and the contents of an operation are programmed by the computer 7, actuation of the image input board 6 or a stepping motor 8 is controlled, and also control of an and also [it is the need] is performed to measurement, and an operation required to determine a scan location based on the light-receiving information signal inputted from the image input board 6 is performed. The input board 6 and a computer 7 constitute a "control computational unit." Drawing 1 (b) shows the position of the line sensor 11 in light-receiving equipment 5. it is shown in drawing -- as -- the light-receiving element array direction of a line sensor 11 -- ***** "which only angle-of-inclination:theta should incline to the direction of vertical scanning." A sign 10 shows "an optical spot." If the array pitch of a light-receiving element is set to d , "the array pitch of the direction of vertical scanning" of a light-receiving element will be set to $d \cdot \cos\theta$ by angle-of-inclination:theta. For example, supposing light-receiving element array-pitch: d of a line sensor 11 is the above-mentioned "7 micrometers", if angle-of-inclination:theta is set as 70 degrees, "measuring power of 2.4 micrometers" is realizable [as measuring power of the CCD sensor (line sensor 11) in scan location measurement, if angle-of-inclination:theta is 60 degrees, " $60 = 3.5 \text{ micrometers of } 7 \text{ micrometer} \times \cos$ " is realizable, and]. If light-receiving equipment 5 is installed in a desired location, a line sensor 11 is located in "a desired horizontal-scanning location" and the scan by the optical spot is performed, the information on the charge accumulated in each light-receiving element of a line sensor 11 by the scan by the optical spot will be taken out on the image input board 6, and will be incorporated by the computer 7 as a "light-receiving information signal." A computer 7 performs the operation which specifies the Y coordinate which presumes $Q(Y)$ and gives the maximum of presumed $Q(Y)$ as a scan location based on the above "sampling value: $Q(Y_i)$ " based on a light-receiving information signal. The program which performs such an operation is made to memorize by the computer 7. In this operation, as measuring power, " $d \cdot \cos\theta$ " which becomes settled by said angle-of-inclination:theta and light-receiving element array-pitch: d is memorized by the computer 7, and an operation is performed using this measuring power.

[0014] Namely, the scan location measuring device of drawing 1 makes a laser beam bundle condense as an optical spot on a scan layer-ed. It is equipment which measures the scan location of the direction of vertical scanning in the horizontal-scanning location of the request on a scan layer-ed of the scan optical system 1-4 which scans a scan layer-ed. The CCD sensor 11 for measurement, the sensor which carries out a variation rate so that the CCD sensor 11 may be displaced to a main scanning direction along with a measuring plane with the light-receiving side equivalent to a scan layer-ed -- a variation rate -- with a means 8 and SM Based on the light-receiving information signal by the scan of the optical spot 10 of the CCD sensor 11, it has control operation means 6 and 7 to calculate the center position of the direction of vertical scanning of the optical spot 10. And the CCD sensor 11 is a line sensor, and the light-receiving element array direction is leaned to the direction of vertical scanning on a measuring plane, and is having "desired measuring power" set up by adjustment of the angle-of-inclination:theta (claim 1).

[0015] A computer 7 can have the operation program which calculates "deflection of horizontal-scanning Rhine", "the pitch unevenness (unevenness of the pitch of the direction of vertical scanning of sequential horizontal-scanning Rhine by the deviation reflector of a rotating polygon changing) of horizontal-scanning Rhine", "the pitch deflection of horizontal-scanning Rhine", etc. based on "the scan location in two or more horizontal-scanning locations" determined as mentioned above again.

[0016] One gestalt of operation according to claim 2 is explained with reference to drawing 2. The fundamental configuration of the gestalt of this operation is the same as that of what was shown in drawing 1 (a), and the following points differ. That is, in a scan location measuring device according to claim 2, the light-receiving equipment displaced to a main scanning direction along with a guide 8 in drawing 1 (a) has a "area sensor" as a CCD sensor. an area sensor "traces" a measuring plane, when [the light-receiving side "agrees in a measuring plane"] it is arranged like and the variation rate of the light-receiving equipment is carried out to a main scanning direction -- it displaces like. In drawing 2, the sign 12 shows "the light-receiving side of an area sensor." It is "two-dimensional array of a light-receiving element which a grid shows all over drawing." the two-dimensional array of a light-receiving element -- illustration -- like -- "-- the direction of vertical scanning -- receiving -- 45-degree" -- it is leaned. And the light-receiving element trains EL1 and EL2 of two trains alternately located in a line in

the direction of vertical scanning in two-dimensional array are used as "a light-receiving element train for measurement." Although the thing minimum by the array pitch in every direction in the two-dimensional array of a light-receiving element is "4.6 micrometers (the Sharp Corp. make, Matsushita Electronics Industry make)" in "the area sensor by CCD" of marketing which can carry out current acquisition. If this is leaned in the direction of vertical scanning 45 degrees as shown in drawing 2, and the light-receiving element trains EL1 and EL2 are used as "a light-receiving element train for measurement." The apparent measuring power in a light-receiving element train. Since it becomes what $\cos(\pi/4)$ ($= 0.707$) on original array-pitch: 4.6 micrometer, i.e., "3.3 micrometers", as shown in drawing 2 as a "pitch", the measuring power of area sensor original can be raised more, and scan location measurement can be performed. Namely, the gestalt of implementation of invention according to claim 2 explained above. Since a fundamental configuration is the same as that of the thing of drawing 1 (a), a laser beam bundle is made to condense as an optical spot on a scan layer-ed. It is equipment which measures the scan location of the direction of vertical scanning in the horizontal-scanning location of the request on a scan layer-ed of the scan optical system 1-4 which scans a scan layer-ed. The CCD sensor for measurement, the sensor to which the variation rate of the CCD sensor is carried out to a main scanning direction along with a measuring plane with the light-receiving side equivalent to a scan layer-ed -- a variation rate -- with a means 8 and SM. Based on the light-receiving information signal of a CCD sensor, it has control operation means 6 and 7 to calculate the center position of the direction of vertical scanning of an optical spot. A CCD sensor is an area sensor 12, the two-dimensional array of a light-receiving element is leaned 45 degrees to the direction of vertical scanning on a measuring plane, and the light-receiving element trains EL1 and EL2 of two trains alternately located in a line in the direction of vertical scanning in two-dimensional array are used as a light-receiving element train for measurement.

[0017] Drawing 3 shows the description part of a scan location measuring device according to claim 3. The configuration fundamental also in this case is the same as that of drawing 1 (a) fundamentally. In drawing 3, the stepping motor 14 which carries out the variation rate of this to the stage body 13 in the direction of vertical scanning which is the vertical direction of drawing constitutes a "stage", and the guide 8 in a migration means is equipped with this stage. The stage body 13 holds light-receiving equipment 5, and when a stage moves, it can carry out the variation rate of the light-receiving equipment 5 to a main scanning direction. Line sensor 11' is held as a CCD sensor at light-receiving equipment 5. therefore, a "stage" -- a sensor -- a variation rate -- line sensor 11' which is a "CCD sensor" as a part of means is held. Line sensor 11' is set up in the direction of vertical scanning in the array direction of that light-receiving element with the gestalt of this operation. It is $D > \Delta$, when the array pitch of the light-receiving element in line sensor 11' is set to "D" and the stage pitch (variation rate for one pitch of the direction of vertical scanning of the stage body 13 by the stepping motor 14) in a stage is set to " Δ ." Scan location measurement is performed as follows. It arranges in the horizontal-scanning location (measuring point) of a request of line sensor 11', and the scan by the optical spot of scan optical system is performed. And only 1 stage pitch shifts a line sensor in the direction of vertical scanning by the stage for every one scan of an optical spot. the direction to shift -- the upper and lower sides -- although which direction is sufficient, for the concreteness of explanation, it should shift below and the direction of the gap at this time shall have agreed in + side of the above-mentioned direction of Y here the Y coordinate location of the light-receiving element scanned by the first one scan at an optical spot -- Y_1, Y_2, Y_3 , and ... if Y_i and .. these coordinates -- spacing: D -- it is -- etc. -- it ranks with spacing. the place which mentioned above the light-receiving information by the light-receiving information signal sampled at this time -- learning -- $Q(Y_1), Q(Y_2), Q(Y_3)$, and ... it considers as $Q(Y_i)$ and ... then, the variation rate of the first 1 stage pitch -- since 1 stage pitch of the light-receiving information acquired by next scan is d -- $Q(Y_1+d), Q(Y_2+d), Q(Y_3+d)$, and ... it can be written as $Q(Y_i+d)$ and ... after this scan -- a stage -- line sensor 11' -- further -- the light-receiving information which will be acquired if the variation rate only of the 1 stage pitch is carried out and it scans after that -- $Q(Y_1+2d), Q(Y_2+2d), Q(Y_3+2d)$, and .. it can be written as $Q(Y_i+2d)$ and .. If the above-mentioned process is repeated, since the light-receiving information expressed as $Q_i(Y_i+nd)$ will generally be acquired by pitch: d after all as

$i = 1, 2 \text{ and } 3, \dots, n = 1, 2 \text{ and } 3, \text{ and } \dots$, based on such light-receiving information, the center position of the direction of vertical scanning of an optical spot is calculated. If it does in this way, even if array-pitch: D (resolution) of the light-receiving element of line sensor 11' is large, it can be measured by measuring power: d ($< D$) in fact. On the stage which can come to hand now, since the minimum 1 stage pitch is "0.18 micrometers (the Suruga energy machine company make)", it can measure with very high measuring power by the above-mentioned measurement. Since explanation is easy, if $D = 10$ micrometers, $d = 0.2$ micrometers, then the variation rate and scan by the above-mentioned stage are repeated 49 times, "between the light-receiving elements which carry out each-other contiguity like coordinate: Y_1 and Y_2 " can be scanned in 0.2-micrometer pitch.

[0018] In this case, generally, although $Q(Y)$ is presumed, using for all the light-receiving information expressed as $Q_i(Y_i + nd)$ and you may make it presume a scan location as that maximum location, a scan location is also computable as mentioned above with another way.

[0019] namely, light-receiving information: obtained by the first scan -- $Q(Y_1)$, $Q(Y_2)$, and .. using $Q(Y_i)$ and ..., $Q(Y)$ is presumed and scan location: T_1 is calculated as the maximum location. next, the light-receiving information acquired by the scan after the first migration by the stage, $Q(Y_1 + d)$ and $Q(Y_2 + d)$, and .. scan location: t_2 are calculated using $Q(Y_i + d)$ and .. The scan location to the coordinate fixed to the measuring plane since line-sensor 11' was displacing only " d " in the direction of vertical scanning at this time: It is T_2 . It calculates and asks for " $T_2 = t_2 - d$." What is necessary is to ask for a series of scan location: $T_1, T_2, T_3, \dots, T_j (= t_j - \{j-1\} d)$, and .., to calculate these average-value: $\sigma T_j / n$ (count of the total of the variation rate of the line sensor take the sum about j and according [n] to a stage) finally, and just to consider as the measured value of a scan location with this by repeating this process. In addition, since a scan location will be changed whenever a scan is repeated in a sequential deviation reflector if the effect of the failure by the field in a rotating polygon is not amended completely in invention according to claim 3, in such a case, a scan is made to be performed in the deviation reflector same whenever the variation rate of the line sensor by the stage is performed.

[0020] The gestalt of the operation explained right above follows and makes a laser beam bundle condense as an optical spot on a scan layer-ed. It is equipment which measures the scan location of the direction of vertical scanning in the horizontal-scanning location of the request on a scan layer-ed of the scan optical system 1-4 which scans a scan layer-ed. CCD sensor 11' for measurement, the sensor to which the variation rate of CCD sensor 11' is carried out to a main scanning direction along with a measuring plane with the light-receiving side equivalent to a scan layer-ed -- a variation rate -- with a means 8 and SM The stages 13 and 14 which above-mentioned CCD sensor 11' is held [stages] as this a part of sensor displacement means, and carry out the variation rate of the CCD sensor in the direction of vertical scanning in a stage pitch finer than the array pitch of the light-receiving element for measurement, In the horizontal-scanning location of arbitration, whenever it carries out 1 stage pitch variation rate of CCD sensor 11' for light-receiving of the scan light by the CCD sensor in the direction of vertical scanning by the stage, a television information signal is acquired repeatedly. Based on the television information signal in each displacement location, it has control operation means 6 and 7 to calculate the center position of the direction of vertical scanning of an optical spot (claim 3). And CCD sensor 11' for measurement is a line sensor, and the light-receiving element array direction is set up in the direction of vertical scanning on a measuring plane (claim 4).

[0021] the scan location measurement explained above -- a CCD sensor -- a variation rate -- in a high precision, linearly, to a main scanning direction, if the variation rate of the CCD sensor by the means does not have a line crack, it will not become. If it is the gestalt of operation shown in drawing 1 (a), when it is necessary to carry out "a guide 8 holds linearity to altitude" and slight "slight bending and flapping" are in a guide 8, such bending and flapping will influence the measurement result of a scan location in addition. If "bending: $\delta(X)$ " exists in a guide 8 when setting the coordinate of the measuring point of the request in a main scanning direction to X , scan location: Y in this measuring point for example, a right value measured-value: -- Y_S -- receiving -- $Y_S + \delta(X)$ -- (-- $\delta(X)$ has arisen in the positive direction of Y coordinate), or $Y_S - \delta(X)$ it is (when $\delta(X)$ has arisen in the negative direction of Y coordinate) . Therefore, for exact measurement, it is desirable to have a means to

get to know $\Delta(X)$.

[0022] A scan location measuring device according to claim 5 takes this point into consideration. One gestalt of implementation of this invention is explained with reference to drawing 4. The whole fundamental configuration is the same as that of what was shown in drawing 1 (a). A guide 8 is equipped with stage 13A, and stage 13A is equipped with light-receiving equipment 5'. Namely, it is premised on claim 3 and the scan location measuring device of four publications with the gestalt of this operation. Light-receiving equipment 5' is equipped with line sensor 11' and a line sensor 17. A line sensor 17 and line sensor 11' for measurement keep position relation mutual, and are unified by light-receiving equipment 5'. A line sensor 17 is "a CCD sensor for criteria." On the other hand, in the orientation on the left-hand side of a guide 8, a support means 20 is formed in measurement space fixed, and the helium-Ne laser light source 15 is supported. The helium-Ne laser light source 15 makes a main scanning direction inject a laser beam 16 as a "criteria light" in a "criteria Mitsuteru gunner stage." The line sensor 17 as "a CCD sensor for criteria" makes a main scanning direction and a light-receiving side cross at right angles, carries out the array direction of a light-receiving element in the direction of vertical scanning at parallel, is arranged, and receives a laser beam 16. The monitor of the light-receiving information signal of a line sensor 17 is incorporated and carried out to a computer 7 through the image input board 6 shown in drawing 1. When the location of line sensor 11' displaces in the direction of vertical scanning by bending of a guide 8 etc., the monitor of the amount of displacement: $\Delta(X)$ is carried out to line sensor 11' by computer 7 by the light-receiving information on the line sensor 17 of one, and it is specified. Scan location measurement is performed by the procedure based and explained to invention of claim 3 and four publications above. measuring-point (desired horizontal-scanning location): -- scan location: in X -- if Y (X) is computed by the operation, a computer 7 will compute a right measuring point by amending calculation value: Y (X) by above-mentioned $\Delta(X)$. Namely, the gestalt of the operation explained right above is set to the scan location image formation equipment of scan optical system given in claims 3 and 4. The CCD sensor 17 for criteria which maintained position relation and was united with CCD sensor 11' for measurement, Having the criteria Mitsuteru gunner stage 15 which irradiates the criteria light 16 from predetermined in the CCD sensor 17 for criteria, the control operation means 6 and 7 amend the measured value by CCD sensor 11' for measurement based on the light-receiving information signal of the CCD sensor 17 for criteria (claim 5). Moreover, the CCD sensor 17 for criteria is arranged so that a main scanning direction and a light-receiving side may cross at right angles, the criteria Mitsuteru gunner stage 15 is a helium-Ne laser light source, and the laser beam 16 as a criteria light is irradiated from "a direction parallel to a main scanning direction" (claim 6). if it is made carrying out the monitor of the location fluctuation of the direction of vertical scanning of a CCD sensor by criteria light like claim 5 and the scan location measuring device of six publications -- CCD -- a variation rate -- when it not only can amend measured value, but it detects location fluctuation of the direction of the CCD sensor in a means of vertical scanning and abnormalities arise in measured value, what the cause depends on location fluctuation of a CCD sensor, or the thing depend on another factor can judge.

[0023]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the new scan location measuring device of scan optical system is realizable. In invention according to claim 1, desired measuring power can be set up exceeding the resolution of line sensor original, and a scan location can be measured with a sufficient precision. In invention according to claim 2, exceeding the resolution of area sensor original, apparent measuring power can be set up and a scan location can be measured with a sufficient precision.

[0024] In invention of claim 3 and four publications, even if it uses a CCD sensor with original low resolving power, by making a stage pitch fine, very high measuring power can be realized and the accuracy of measurement of a scan location can be raised. In invention of claim 5 and six publications, the effect of the position error in the direction of vertical scanning of the CCD sensor for measurement can be removed effectively, and the accuracy of measurement can be raised.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the fundamental configuration of the gestalt of operation of scan location measurement of the scan optical system of this invention, and the description part of invention according to claim 1.

[Drawing 2] It is drawing for explaining the description part of the gestalt of implementation of invention according to claim 2.

[Drawing 3] It is drawing showing claim 3 and the description part of the gestalt of implementation of invention of four publications.

[Drawing 4] It is drawing showing claim 5 and the description part of the gestalt of implementation of invention of six publications.

[Drawing 5] It is drawing for explaining the scan location measurement using a line sensor.

[Description of Notations]

1 Light Source Section (it Has Semiconductor Laser and Coupling)

2 Cylindrical Lens

3 Rotating Polygon

4 FTheta Lens Which is Scan Image Formation Optical System

5 Light-receiving Equipment

8 Guide

SM Stepping motor

11 Line Sensor

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is equipment which measures the scan location of the direction of vertical scanning in the horizontal-scanning location of the request on the above-mentioned scan layer-ed of the scan optical system which is made to condense a laser beam bundle as an optical spot on a scan layer-ed, and scans the above-mentioned scan layer-ed. The CCD sensor for measurement, the sensor which carries out a variation rate so that this CCD sensor may be displaced to a main scanning direction along with a measuring plane with the light-receiving side equivalent to a scan layer-ed -- a variation rate -- with a means It is based on the light-receiving information signal by the scan of the above-mentioned optical spot of the above-mentioned CCD sensor. It has a control operation means to calculate the center position of the direction of vertical scanning of the above-mentioned optical spot. The scan location measuring device of the scan optical system which the above-mentioned CCD sensor is a line sensor, leans the light-receiving element array direction to the direction of vertical scanning on a measuring plane, and is characterized by setting up desired measuring power by adjustment of the angle of inclination.

[Claim 2] It is equipment which measures the scan location of the direction of vertical scanning in the horizontal-scanning location of the request on the above-mentioned scan layer-ed of the scan optical system which is made to condense a laser beam bundle as an optical spot on a scan layer-ed, and scans the above-mentioned scan layer-ed. The CCD sensor for measurement, the sensor which carries out a variation rate so that this CCD sensor may be displaced to a main scanning direction along with a measuring plane with the light-receiving side equivalent to a scan layer-ed -- a variation rate -- with a means It is based on the light-receiving information signal by the scan of the above-mentioned optical spot of the above-mentioned CCD sensor. It has a control operation means to calculate the center position of the direction of vertical scanning of the above-mentioned optical spot. The above-mentioned CCD sensor is an area sensor. The two-dimensional array of a light-receiving element The scan location measuring device of the scan optical system which leans 45 degrees to the direction of vertical scanning on a measuring plane, and is characterized by using the light-receiving element train of two trains alternately located in a line in the direction of vertical scanning in the above-mentioned two-dimensional array as a light-receiving element train for measurement.

[Claim 3] It is equipment which measures the scan location of the direction of vertical scanning in the horizontal-scanning location of the request on the above-mentioned scan layer-ed of the scan optical system which is made to condense a laser beam bundle as an optical spot on a scan layer-ed, and scans the above-mentioned scan layer-ed. The CCD sensor for measurement, the sensor which carries out a variation rate so that this CCD sensor may be displaced to a main scanning direction along with a measuring plane with the light-receiving side equivalent to a scan layer-ed -- a variation rate -- with a means In the stage which the above-mentioned CCD sensor is held [stage] as this a part of sensor displacement means, and carries out the variation rate of the above-mentioned CCD sensor in the direction of vertical scanning in a stage pitch finer than the array pitch of the light-receiving element for measurement, and a desired horizontal-scanning location Whenever it carries out 1 stage pitch variation

rate of the above-mentioned CCD sensor for the scan of the CCD sensor by the optical spot in the direction of vertical scanning by the above-mentioned stage, a television information signal is acquired repeatedly. The scan location measuring device of the scan optical system characterized by having a control operation means to calculate the center position of the direction of vertical scanning of the above-mentioned optical spot, based on the television information signal in each displacement location of the direction of vertical scanning.

[Claim 4] The scan location measuring device of the scan optical system which the CCD sensor for measurement is a line sensor, and is characterized by setting up the light-receiving element array direction in the direction of vertical scanning on a measuring plane in the scan location measuring device of scan optical system according to claim 3.

[Claim 5] In the scan location measuring device of scan optical system given in 1 of the arbitration of claims 1-4 The CCD sensor for criteria which maintained position relation and was united with the CCD sensor for measurement, It is the scan location measuring device of the scan optical system characterized by a control operation means having the function which amends the measured value by the CCD sensor for measurement based on the light-receiving information signal of the above-mentioned CCD sensor for criteria by having the criteria Mitsuteru gunner stage which irradiates criteria light from predetermined in this CCD sensor for criteria.

[Claim 6] It is the scan location measuring device of the scan optical system which the CCD sensor for criteria is arranged in the scan location measuring device of scan optical system according to claim 5 so that a main scanning direction and a light-receiving side may cross at right angles, and a criteria Mitsuteru gunner stage is a helium-Ne laser light source, and is characterized by irradiating from the direction where the laser beam as a criteria light is parallel to a main scanning direction.

[Translation done.]